



# ポストPC時代におけるOS研究開発の重要性

徳田 英幸 / 慶應義塾大学環境情報学部

i-modeの普及や、PDA、デジタルカメラ、情報家電などの爆発的な普及は、従来のPCとはまったく異なる新しいユーザ利用環境を実現可能としてきている。ここでは、これらの新しいポストPC時代のニーズに適応できる次世代OSの研究開発の重要性について議論する。

今年8月、ボストンで行われたACM Mobicom2000 (<http://www.research.telcordia.com/mobicom2000/>)におけるパネルの中で、米国の一部の研究者は、i-modeなどのモバイル端末によるインターネットアクセスは、本来のインターネット利用とは異質のものに見なし、なかなかモバイル利用の飛躍的な伸びを認めたくないような旨の発言をしていた。本来、「いつでも、どこでも、だれでも」が使えるべきインターネットであり、i-modeのような情報端末の普及は、ユーザのニーズに大変マッチしたものであるといえる。PCからのアクセスだけが正当なインターネット利用などでは決してないのである。

さらに、我々の利用形態は、これらの単純な携帯型情報端末によるモバイルコンピューティングから、いくつもの情報端末やデバイスを利用して、それらをユーザの生活環境に埋め込まれた情報機器やサービスに動的にバインドし、ユーザのタスクを実行したりアクションを支援する方法に進化してきている。この流れは、メーカ各社が提唱するユビキタス (<http://www.ubiquitous.com/>)、パーベイス (<http://www.research.ibm.com/>)、センチエント (<http://www.uk.research.att.com/>)、ウェアラブルネットワークコンピューティング (<http://www.smart-space.org/>) というキーワードに表現されている。

ここでは、このようなポストPC時代におけるOS研究開発についていくつかのコメントを述べる。

## 何が現在のOSの問題点か？

現在、ユーザの利用環境が大きく

変化してきているにもかかわらず、従来のようなPC上で走る巨大なOSは、ユーザの実際の利用形態に追いついていくことができなくなっている。PCの利用は、かつてのメインフレームと同様に、特殊な人たちだけへのコンピューティング環境を提供するだけになってしまう可能性がある。

たとえば、車などで移動中のユーザにとっては、PCのブート時やシャットダウンにかかる時間は、論外の長さである。PDA用のOSであるPalm OSのように、起動も瞬時にでき、瞬時に遮断できることが必須である。

また、社内でPCを持ち歩いて利用している人たちにとっても、移動先でのネットワークへの再接続時には、「作業の継続性」が保証されていないので、これまで作業していたTCPセッションを明示的に終了し、DHCPで取得した新しいアドレスのもとで再接続するといった煩わしさが生じてしまう。

さらに、インターネットと接続してPCを活用しているユーザの場合、ウイルス対策や、敵意を持ったモバイルコードに対してのセキュリティがOSレベルでしっかりと対処されていない。今年6月のI-Love-Youウイルスでは、4,500万人以上の方々がトラブルに巻き込まれてしまった。また、きちんと安全に構築されたモバイルコードやモバイルアプリケーションの場合でも、従来のように、プログラムを開発したプラットフォームが、必ずしもプログラム実行時のプラットフォームとは同一ではない。画面サイズや1画素あたりの色数、CPU処

理能力や利用可能なネットワーク帯域といったマシンリソースや性能の違い、また、実行時の日付、タイムゾーン、物理的な位置といった環境情報の変化に適応できず、アプリケーションが正しく動作しないことなども生じてきている。プログラムの実行時における「動的適応」をまったくサポートしていないのが現状である。ポストPC時代のOSでは、これらの課題が解決されているはずである。

## どうしたら次世代de facto OSを生み出せるか？

では、一体、どのようにしてポストPC時代を担う次世代de facto OSを生み出せるであろうか？ まず、個人が利用できる新しいOSを作り出すには、OS開発者の集団を育成することが考えられる。しかし、このように開発意識の高い人たちだけが触れることのできるOSでは、決してde facto化はしていかないであろう。むしろ、徹底的にOSの基本構造をシンプルにし、誰もがアプリケーションコードを利用するのと同様な容易さで、任意のOSモジュールを改良・拡張でき、かつ容易にテストできる枠組みを確立することが大切である。

また、OSは、“マシンに付随しているもの”とか“買って使うもの”といった一般ユーザのイメージを払拭する必要もある。これまでの伝統的に巨大化した商用OSは、多くが非公開のコードであり、一般ユーザは、ほとんど手が出せなかった歴史がある。一方、幸いにも、FreeBSDやLinuxのようなPC UNIXの普及により、さまざまなグループが開発したコードを同じ

UNIX系OS上で共有でき、かつネットワークからダウンロードして利用できるカルチャーが育ってきている。

これらのスタイルを踏襲しつつ、さらに一段とシンプルな構造のOSとすることによって次世代de facto OSの候補となっていくのではないだろうか。これからの情報家電や情報端末といった情報機器で活躍するOSは、スケジューリングポリシーやメカニズムモジュール、スレッドモジュール、リザベーションモジュール、プロトコルモジュールなど、かなり小さなOSモジュール単位にネットワークからダウンロードでき、煩わしい生体手順などを意識せずに、簡単なコ

ンストラクションツールによってユーザのアプリケーションに適した実行環境を容易に提供できるべきである。

### オープンソースカルチャーが鍵！

OS研究開発においては、これらOSアーキテクチャの再構築といった技術的課題が山積されているが、最も重要な鍵はOS開発者・利用者コミュニティにおける「オープンソースカルチャー」の浸透である。OS研究者たちのコミュニティにおいては、かなり以前からACMのSOSPなどで、研究結果として報告された性能値などが同一条件下で他の研究グループに

よって再実験できるべきであるといった運動が広がられてきていた。しかし、現在のように、インターネットが普及し、社会のあらゆる産業がネットワークでつながっている時代における健全なソフトウェアの発展は、より積極的なオープンソース化にある。次世代de facto OSの出現を可能とするためには、学会に参加されている産官学のあらゆるコミュニティにおいて、この「オープンソースカルチャー」の浸透が鍵である。

(2000.9.21)



## 仮説を立てよう、証明に取り組もう

加藤 和彦 / 筑波大学 電子・情報工学系

### 閉じた環境からオープンな環境へ

OSは因果な宿命を背負っている。人類がこれまでに作り上げてきた、最も複雑かつ大規模なソフトウェアの1つであるにもかかわらず、刻々と進化を遂げるハードウェア環境や利用環境に対応し、かつ、レガシーな機器や利用環境にも対応せねばならない。OSがこの宿命を背負ってくれているおかげで、その上で動く多くのアプリケーションに対する変化の影響が緩和されている。

最近の利用環境の変化の中で最も大きなものが、オープンネットワーク環境の出現とその急速な普及である。コンピュータシステムはつい最近まで、組織体のEDP部門が抱える閉じた「箱」であった。パーソナルコンピュータ環境も、LAN環境も、個人あるいは閉じたグループが抱える、閉じた箱であった。インターネットの爆発的な普及がそれを一変させた。インターネットは広域的なネットワーク環境であることに加え、何人も、そこで稼働するコンピュータ、サービス、そしてユーザを特定あるいは固定することができないオープンな

環境という特徴を持つ。長らく、閉じた環境で利用されることを暗黙に仮定して作られ続けていたシステムが突然オープンネットワークに接続され、システム提供者側もユーザ側も、恐る恐る、あるいは騙し騙し、使っているのが現状の姿である。日々報告されるセキュリティホールの大部分が、この環境変化により顕在化したものである。徳田先生が指摘されるモバイルコンピューティング環境等の物理的な環境変化に加え、閉じた環境からオープンな環境へという論理的な環境変化に根本的に対処することが求められている。

### ポストPC時代は多様性の時代

OSの設計と開発には膨大なマンパワーとコストを要する。それを回収するためにOS開発者は、OSをファミリー化し、ハイエンドサーバからエンドユーザ端末までのサポートを1つのファミリーOSで行い、de facto standard化して投資の安定回収を図ることを目指す。しかし、現在のように物理性と論理性的の両面で多様化している利用環境に対して、単一的设计思想でOSを作ることは本来的に困難と

なっているように筆者は思う。多様性を理解し、本質的に必要とされる機能をベクトル分解し、その機能を捕えた設計を行い、それらを総合して調和を図ること、あるいは、あえて総合を図らないことが求められているのではないだろうか。

### ソフトウェアを定理と証明に喩えると

ソフトウェアは数学の定理と証明に喩えることができる。ソフトウェアを利用者側の観点から見たとき、外見上の機能が重要である。これが定理に相当する。開発者側の観点から見たとき、外見上の機能を実現する方法が重要である。これが証明に相当する。ソースコードが公開されていないソフトウェアは、証明が公開されていない定理である。コンピュータサイエンスの黎明期以来、研究の世界では、数学において証明の公開が必須のごとく、ソースコード公開はごく当然のこととして行われてきた。最近、急に「オープンソース」が巷で取り沙汰されるようになったのは、公開されたソースコードのもとで開発を続けるパワフルな開発者

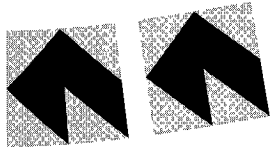
たちおよびそれを支援するユーザたちのコミュニティが、大企業の開発力や大企業主導のユーザの組織化を遙かに凌駕する力を発揮することがあるためである。

オープンソースコミュニティは、すでに知られている有力・有用な定理の証明の別解を作り出したり、公表された証明の誤り(バグ)を見つげるとき、あるいは定理の系(パリエー

ション)を作り出す場合に威力を発揮する。たとえば、すでに知られた有用性のあるOS設計であるUNIXという定理の証明の別解を作ったものがLinuxやFreeBSDであると考えられる。しかし、まだ有用性がはっきりしていない定理の証明を作ったり、証明可能かどうかすら分からない仮説の証明にチャレンジするのは向いていないかもしれない。注ぎ込んだ

マンパワーに見合うだけの成果が得られるかどうかをあらかじめ見通すことが難しいからである。あるいは、分散協調実装するときに必要な設計図がないからである。そのようなチャレンジこそ、大学のようなところで暮らす者の役割ではないかと思っている。

(2000.9.22)



## 我々のOSを次世代de facto標準とするために

越塚 登 / 東京大学情報基盤センター

私は、10年以上にわたりTRONプロジェクトに参画しOSの研究開発・普及活動に携わってきた。こうした立場から、僭越ながら徳田先生の問題提起に対する意見をいくつか申し述べたい。

### 次世代OSの技術課題

まず、ポストPC時代の次世代OSに対する技術的課題を考えたい。ポストPCの利用形態のシナリオは、私たちの言葉で言い換えれば、身の周りのあらゆるモノが計算能力と通信能力を有し、互いに協調動作をして人間生活を支援するというものである。PC文化にはないこのシナリオに合致した機能が次世代OSに求められることには、私も全面的に賛成である。徳田先生は、特にブート速度や通信セッションの継続性、セキュリティ、各種スケーラビリティの必要性を指摘されている。

私からは、次世代OSの機能トレンドとして1点だけ、「UIから安全性・セキュリティへの移行」を挙げたい。以前、「計算機の高性能化によって余った計算資源は何に使うべきか」という議論があった。PC時代を総括すれば、それはUIであったといえよう。そしてPC OSは極度に肥大化したUIモジュールを持つことになった。これからのポストPCの時代では、むしろシステムの頑健性や信頼性を向上させることや、ECや電子政府等の電子

社会を想定した、暗号、認証、分散トランザクション処理のように、セキュリティを支援することではないだろうか。電子マネーや電子チケット、著作権のある電子コンテンツなどを正當に扱う機能をシステムの低レベルな部分でも支援することが不可欠であると考えている。

### TRONはde facto標準OS!

次に、「どうしたら次世代de facto OSを生みだせるか?」であるが、まず当事者として申したいことは、手前味噌ながら、我々が世に送り出したITRONは、コンピュータ組込製品の約50%に採用され、当該分野におけるde facto OSの地位をすでに確立した。なお、i-modeのOSはITRON、J-PHONEはJIRON (Java+ITRON)なのである。

### de facto標準OSを生み出す「戦略立案」が重要!

OS、CPU、ネットワークプロトコルなど、コンピュータシステムのインフラ分野でde facto標準を目指すことは、並大抵のことではない。とはいえ我が国はゲーム機分野で世界のde facto標準を送り出していることからみて、不可能ということもなからう。若造が生意気を言うことを許していただければ、de facto標準を勝ち取るために「オープンソースカルチャーが鍵」というのはあまりに手ぬるい。

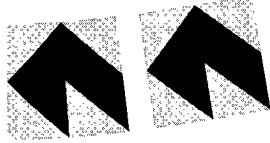
OSを普及する活動は、単に良いOS

のコードを書くだけではなく、ドキュメントの整備やコードの保守、アプリケーションの開拓・整備、ユーザサポート、教育、マーケティング、文化事業に至るまで、さまざまある。またOSの開発普及のための投資回収と、利潤を得るためのビジネスモデルも重要である。オープンソースの成功は、OSのコード部分をオープンかつ無料にしても、他の活動との関係からビジネスが成立し得ることを示した。さらにゆるやかに協調したオープンコミュニティの中で、上記の活動を自律的に分担し、商用システムを凌ぐソフトウェア体系を構築できることを実証したことも重要である。とはいえ、OS戦略全体の中で、オープンソースにするかどうかは重要な選択肢ではあるが、やはり単に1つの選択肢にしか過ぎない。

さて、自らがOS分野で覇権を握るためには、上記のような包括的な開発普及活動や、OS周辺のコンピューティング技術全般を含む大きな戦略を構築すること、ビジネスモデルやユーザのライフスタイルの変革までも視野に入れた、新しい情報技術のトレンドを「自力」で構築して、世界に送り出す、つまりまず「種」を蒔くことが必要である。もしもこの「種」が光り輝くものであれば、オープンソースコミュニティはそれを受け入れ、水を蒔き肥料を与え、花を咲かせてくれるかもしれない。我々自身が

光り輝くOSの「種」を蒔くためには、  
広い戦略からOSを考える「カルチャー」こそを我々の間で強く浸透でき

るかどうかが鍵なのではなかろうか。  
(2000.9.22)



## どうやって先端的オープンソース コミュニティを形成するか

石川 裕 / 新情報処理開発機構

筆者の現在の研究領域はHPC（ハイパフォーマンスコンピューティング）関係であり、PCと高速ネットワークでつなげたPCクラスターのシステムソフトウェアを研究開発している。徳田先生のポストPC時代の研究領域を研究していないが、この領域とオープンソースに関して述べてみたい。

ポストPC時代というとPDAや携帯電話のようなモバイルコンピューティングあるいは情報家電やゲーム機ということに異論はない。これが象徴するものは何なのか？ PC時代はプロセッサアーキテクチャの業界標準が形成され、たくさんのデバイスが開発された。ポストPC時代とは、デファクトがなくなり、プロセッサアーキテクチャからデバイスまで多種多様となり混沌の世界に入った、ということではないだろうか？ 特に通信・無線関係の規格は乱立していて、右往左往しているのが現状ではないかと思う。

また、多くの企業がこのポストPC産業に参入し、新しい機器、新しいサービスが次々に投入されている。血眼になって新しいサービス、新しい利用形態を探求しているように見える。

このような中、ハードウェアとアプリケーションの狭間に位置するシステムソフトウェアの研究者は、右往左往せざるを得ない。新しいデバイスが出てくると、それに飛びつき、新しいサービスが出てくるとそれをサポートする技術を考える。こんなことをして体系立ったシステムソフトウェアを研究開発していけるのだろうか？

そもそも、システムソフトウェアを開発するには、ハードウェアの様子が公開されていないといけない。

開発環境の公開も必須である。いくつかの低レベルソフトウェアはソースレベルで提供される必要があるかもしれない。

当然、新しいハードウェアに追従できるような研究体制がないといけない。あるハードウェア上で2年もかけてシステムを開発しても、そのハードウェアはもう売られていないかもしれないのである。開発期間を縮めるためには、ソースプログラムの共有が必須である。

さまざまなアプリケーションに対して少し違うシステムソフトウェアが作られていくと、ソースプログラム以前にソフトウェアの共有が図れない。アプリケーション開発者との協力による強力なソースプログラム共有方法を考えないといけない。

研究開発する立場からは、オープンソースが必須であることが分かる。しかし、企業がそれをサポートするのだろうか？ オープンソースが成り立った3つの事例を考えてみる。

米国は、今後HPC分野での国立研究機関のソフトウェア開発ではオープンソースを元にすべきであるという答申を大統領に提出している。過去に、1ベンダが開発した高速通信ライブラリを使ってたくさんアプリケーションを書いたが、そのベンダが潰れてしまい、今まで開発したアプリケーションが使えなくなった、という事例があるように、あるベンダ固有のソフトウェアを利用した開発では、将来、場合によって莫大な財産を失うことになる危機感が1つの理由である。

Linuxにみられるように、一人勝ち組の企業を打倒するために多くの企業がオープンソースであるLinux支援

を打ち出している、という事実が2つ目の事例である。

3つ目の事例はUNIXである。1980年代のエンジニアリングワークステーションの市場は、そのころオープンであったUNIXがあったからこそ市場形成ができたと考えられる。

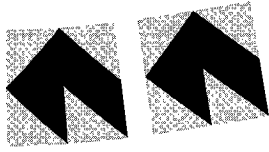
このようにニッチ産業において、一人勝ち組を打倒する集団において、市場形成しようとしている集団において、ユーザあるいは企業が何らかの恩恵が得られるような場合、オープンソースが支持されている。

では、ポストPC時代において、本当にオープンソースが支持されるのだろうか？ PDA等ではハードウェア情報が公開されている例があるようだが、ポストPC時代はさまざまなハードウェアがあるわけで、これらすべての情報が公開されないと統合したシステムを体系立って構築することはできない。

先の3つの事例を踏まえると、アプリケーション開発者、システム開発者を巻き込んで、新しい市場を形成するような大がかりな仕組みを考えないと、企業はオープンソースを支援せず、システム開発、技術移転は難しいのではないだろうか。

最近、組込みLinux関係では、企業と大学が連携して組込みLinux関連の標準化をしていこうとする日本エンベデッドリナックスコンソーシアムが立ち上がっている (<http://www.emblix.org/>)。今後の動向が注目を集めているが、これはすでにオープンなソースであるLinuxを元にした団体であり、企業がソースをオープンにしていけるということは、少なくとも、現時点では、入っていないようである

(2000.9.23)



## OS研究の成果を家電に組み込むには？

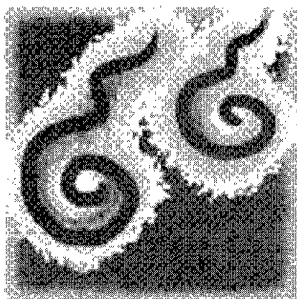
岡村 英明／ソニーコンピュータサイエンス研究所

私はソニーコンピュータサイエンス研究所で研究開発されていたオブジェクト指向OS Aperiosを、ソニーのCS衛星放送チューナや犬型自律ロボットに組み込むための技術移管作業に参加していた。この経験を踏まえて、徳田先生の意見にコメントさせていただきます。

### OS間の相互接続性も必要？

徳田先生が指摘したポストPC時代のOSが持つべき機能のうち、情報家電を含む家庭内ネットワークを考えた場合、特に動的適応機能は重要な機能だろう。家電で特徴的なのは入出力デバイスの多様性である。新しい入出力デバイスの開発が進めば、プラットフォームの多様化はより進み、適応的機能のニーズは増加する。

これらとは別に必要になる機能として、機器間の相互接続性の保証がある。つまり、新規に開発したOSを使用する機器と他のリアルタイムOSを使用する機器が通信する方法を保証する必要がある。このために、JavaのようなOS、ハードウェア独立のレイヤをミドルウェアレベルに構築する方法や、HAVIのようにOS上に相互接続用APIを提案する方法が提案されているが、これらは十分な計算資源を持たない機器への実装には適していない。



相互接続性の保証はOSをde factoにする野望が叶えば必要ないが、家電メーカーの多くがコスト削減のためライセンス料がいらす改造が自由な独自OSを用いている事実を無視することはできない。

### オープンソース以前の問題？

次に、新規OSの研究成果を家電メーカーに利用させるための条件として、Aperiosの技術移管作業を通じて私が感じたことに触れたい。結論から言うと、OSのコードをオープンソースにしたり、OSをde factにする以前のことに気を配る必要がある。それは、新規OSと他のOSとの違いを明確にする説明を含むOS仕様書と、OS上で動作するプログラムの開発環境を充実させることである。これらはOSの研究では後回しにされがちだが、一般ユーザがそのOSに関して最初に接触するものであることを忘れてはならない。

Aperiosのアーキテクチャでは、OSの不可変部分を極力小さくし、OSサービスの提供部分をオブジェクトと呼ぶOSモジュールで実現しており、アプリケーションの利用する計算モデルやハードウェアの仕様に応じて、OSをカスタマイズすることが容易になっている。このアーキテクチャは、徳田先生の提唱するOSの基本構造と相通じるものがあり、ポストPC用のOSとして有利な条件を備えているといえる。実際、ソニー本社のAperios採用理由の1つにも、多様化する情報家電用プラットフォームに対応可能な共通OSになり得るということがあった。

しかし、開発現場には、その潜在的機能を利用する余裕はなかった。つまり、「OSは何でもいいからとにかく小さくて高速動作するものをくれ」という考えが主流であった。極端な

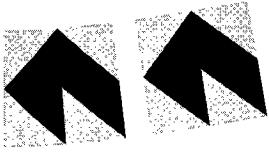
話、「OSはオーバーヘッドだ」と言い切る人もあったと聞く。これは、従来の家電の設計では、ハードウェア部品の性能と価格の総和が、製品の性能と価格の総和になるという文化が家電メーカーにあるからである。

そして、我々に要求されたのは、pSOSなどの従来のRealtime OSとの定量的な比較（たとえば、割り込みレイテンシやOSサイズの比較）ができる資料であり、また、デバッガやコンパイラを含み、VisualC/C++と同程度のユーザインタフェースを持つ統合開発環境だった。我々はこれらをまったく提供しなかったわけではなかったが、商用OSの仕様書や開発環境と比較された場合、見劣りしたのは事実であった。

オープンソースカルチャーの浸透により、長い目で見れば、誰かが仕様書や開発環境を整備してくれる可能性もあるが、それ以前にOSを中心とした新しく形成した世界観の確立と、それを他者に啓蒙できる環境が整備されていることが前提となる。

とは言え、1つの研究プロジェクトでは、OSの本体を設計実装し、デモプログラムを作成するだけで手一杯というのが常である。早めに企業の協力を仰ぎ開発環境を構築してもらえば理想的だが、現実では金を生み出す保証のない一種の文化事業に企業が投資することはきわめて少ない。研究テーマとして学生にやらせてもらうにも論文にしにくい部分なので、簡単なことではないだろう。対策として、大学などの研究機関は、学生の研究とは別に新規OSの文化形成のための人件費などの投資ができる余力を残しておいたり、大学や企業の枠組みを超えたOS開発チームを組むといったことが必要だろう。

(2000.9.23)



## 各氏のコメントに対するコメント

徳田 英幸 / 慶應義塾大学環境情報学部

各分野で活躍されている皆様からコメントをいただき、どうもありがとうございました。以下では、皆様のコメントに対する私のコメントを述べさせていただきます。

### 加藤氏のコメントについて

筆者同様に大学に身を置かれている研究者としての加藤氏からのコメントにおいてOS研究だけでなく、ソフトウェア研究の問題についてソフトウェアを“数学の定理と証明”に例え、ソースコードの公開されていないソフトウェアを“証明の公開されていない定理”に指摘されていることは実に本質をついている。

かつて、ハーバード大学法学部の Berkeman Center for Internet Society (<http://cyber.law.harvard.edu/>) を訪問した際、Nesson 所長は、これからのサイバー社会の進歩における大切な基本的要因の1つにオープンコードと安全な暗号系を上げている。オープンコード化は、一部のソフトウェア研究者たちだけの願いではなく、健全で安全な情報社会を支えるソフトウェアの発展にとっては、大変大切な基本原理といえる。

### 越塚氏のコメントについて

越塚氏からは、コンピュータ組込製品の約50%に採用されている“TRONはすでに de facto!” とのご指摘を受けました。また良いOSコードを書くだけでなく、ドキュメントの整備、コードの保守、アプリケーション整備、ユーザサポート、文化事業、さらには投資回収のためのビジネスモデルまでが重要であるとのことご指摘を受けました。その通りである。

これらの技術移転を可能とするためには、一連の戦略的な動きが大切であるが、強力な産官学の連携なしでは、OS研究開発者だけの自己満足

となってしまふ。ただ、このような動きの「種」は、OS研究開発コミュニティにおける「健全な競争」がなければ育たないと思っている。

技術的な点について、私たちが目指しているポストPC時代における次世代OSは、TRONが採用しているモノリシックな構造を持ったOSとは異なるものである。プログラム実行時における「動的適応」や任意のOSモジュールの改良・拡張が可能で、モバイルコードに対する安全な実行環境を提供できるソフトウェア基盤である。

### 石川氏のコメントについて

石川氏は、先端的なオープンソースコミュニティの形成に関して、研究開発する立場からは、オープンソースは必須だ述べ、3つの事例を指摘するとともにアプリケーション開発者、システム開発者すべてを含んだような大がかりな仕組みを考えないと企業はオープンソースを支援しないのではと危惧されている。

この点に関しては、ある種のパワーゲームであり、普及することによって新しいビジネスモデルも誕生可能となってくる。Linuxの場合も、決して最初からそういう大がかりな仕掛けは、用意されていなかった(米国DARPAは、こういう仕掛け人としての実績があるが...)。

また、加藤氏と同様に、ポストPC時代における情報機器やデバイスの多様化を指摘されている。さらにこれらすべての情報が公開されないと統合したシステムを体系立って構築することはできないのではと指摘されている。私は、これらハードウェアレベルでの多様性を認めつつ、機器情報がすべて公開されていなくても、インターネットにおけるTCP/IP、HTTPと同様に、ミニマムレベルのソフトウェア間でのインターオペラブルな

プロトコルが確立されていくと期待している。

また、ポストPC時代における新しいソフトウェアの実行は、「作業の継続性」を保証したり「動的な適応」を可能とするために、従来とは、違った形のアプリケーションソフトウェア開発の枠組みも必要だと思っている。

### 岡村氏のコメントについて

岡村氏は、Aperiosの技術移管作業の経験から、OS間の相互接続性の重要性和オープンソース以前の問題として、新規OSと他のOSとの違いを記述したOS仕様書やプログラム開発環境の整備を指摘されている。先端的なAperiosの持っている新しい機能を従来型のOSの構造しか理解していないエンジニアに理解してもらう上でいろいろな苦労があったと推察される。

家電の開発現場では、「OSはオーバーヘッドだ!」と言い切る人がいるという指摘があるとのことであるが、長いコンテキストスイッチ時間と長いIPCのための時間などを費やさなければならぬOSを使われてきた人たちの本音であろう。ただ、システム基盤ソフトウェアなしに、ad hocにシステムを構築していくのもあまりにも非効率であり、非科学的である。次世代OSは、シンプルで、軽装で、オープン環境下で、アプリケーションの安全な実行環境と動的適応をサポートしてくれることを期待している。

(2000.9.23)



議論の続きは、次のURLをご覧ください。  
<http://www.ipsj.or.jp/magazine/interessay.html>